

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-111447

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H04B 1/26

G01S 7/285

H03D 7/00

(21)Application number : 11-290063

(71)Applicant : EKUSA TECHNOLOGY:KK

(22)Date of filing : 12.10.1999

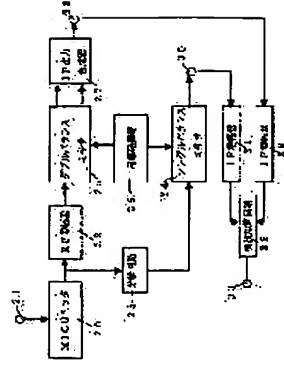
(72)Inventor : TORITSUKA HIDEKI

## (54) MICROWAVE FREQUENCY CONVERTER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a microwave frequency converter to be used for a radar receiver capable of receiving signals from a far distance up to an extremely near distance.

**SOLUTION:** A pulse-modulated microwave signal (RF signal) inputted to a limiter 20 is branched to a branching circuit 23 before applying the RF signal to an RF amplifier 22 and the direct RF signal is applied to the RF amplifier 22 and amplified. The branched RF signal attenuated by ten and several dB to twenty and several dB as compared with the direct RF signal is applied to a single balance mixer 24. An output from the RF amplifier 22 is applied to a double balance mixer 25. An output from a local oscillator 26 is applied to the local oscillation terminals of both the mixers 24, 25. IF outputs from the mixer 25 are synthesized by an IF output synthesizer 27 and the synthesized output is applied to an IF amplifier 29. An IF output from the mixer 24 is directly applied to an IF amplifier 31. Outputs from both the IF amplifiers 29, 31 are detected and added by a detection/addition circuit 32 and an added result is outputted from the circuit 32 to display an image on a radar display device.



(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04B 1/26		H04B 1/26	Q 5J070
G01S 7/285		G01S 7/285	Z 5K020
H03D 7/00		H03D 7/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願平11-290063

(22) 出願日 平成11年10月12日 (1999. 10. 12)

(71) 出願人 599129214

株式会社エクサ・テクノロジー

東京都板橋区東坂下1-4-5

(72) 発明者 鳥塚 英樹

神奈川県川崎市宮前区東有馬1-9-1

(74) 代理人 100091258

弁理士 吉村 直樹 (外1名)

Fターム (参考) 5J070 AB01 AD01 AE02 AF05 AK01

BF02 BG06 BG19

5K020 AA07 BB06 CC04 EE16 FF15

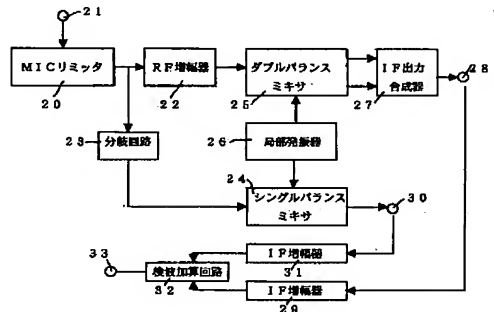
FF16

## (54) 【発明の名称】 マイクロ波周波数変換器

## (57) 【要約】

【課題】 遠距離からごく近距離まで受信可能なレーダ受信機に用いるマイクロ波周波数変換器を提供する。

【解決手段】 リミッタ20に入力したパルス変調されたマイクロ波信号 (RF信号) をRF増幅器22に印加する前に分岐回路23に分岐させ、直接のRF信号はRF増幅器22に印加、増幅する。直接のRF信号より10数dBから20数dB減衰した分岐したRF信号はシングルバランスミキサ24に印加する。RF増幅器22の出力はダブルバランスミキサ25に印加する。両ミキサ24、25の局発端子に局発振器26の出力を印加する。ミキサ25のIF出力はIF出力合成器27で合成してIF増幅器29に印加する。ミキサ24のIF出力はそのままIF増幅器31に印加する。両IF増幅器29、31の出力を検波加算回路32によって検波、加算して出力し、レーダ表示装置に画像を表示させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 信号端子、局発端子、中間周波数端子を有する2つの独立したミキサ回路の各々の局発端子に1つの発振器の出力を分岐して局部発振信号として入力し、また一方の上記ミキサ回路の信号端子にマイクロ波信号を直接入力し、他方の上記ミキサ回路の信号端子にマイクロ波信号の一部を分岐して入力し、上記2つのミキサ回路の各々の中間周波数端子に独立した中間周波信号を出力可能となることを特徴とするマイクロ波周波数変換器。

【請求項2】 上記2つのミキサ回路の一方のミキサ回路がマイクロ波信号をマイクロ波増幅器で増幅した後に入力するダブルバランスミキサで構成したイメージ抑圧ミキサであり、他方のミキサ回路がマイクロ波信号の一部をマイクロ波増幅器の入力端子側から分岐して入力するシングルバランスミキサで構成してなることを特徴とする請求項1のマイクロ波周波数変換器。

【請求項3】 上記2つのミキサ回路がいずれもシングルバランスミキサで、一方の信号端子にマイクロ波信号をマイクロ波増幅器を介さずに直接入力し、他方の信号端子にマイクロ波信号の一部を分岐して入力することを特徴とする請求項1のマイクロ波周波数変換器。

【請求項4】 上記2つのミキサ回路の一方のミキサ回路の信号端子をリミッタ回路の出力側に接続し、他方のミキサ回路の信号端子にリミッタ回路の入力側からマイクロ波信号の一部を分岐して入力することを特徴とする請求項1のマイクロ波周波数変換器。

【請求項5】 上記2つのミキサ回路の各々の中間周波数端子から独立して出力した中間周波信号を各々ログアンプとするIF増幅器にて増幅し、検波加算回路にて加算してビデオ信号に変換することを特徴とする請求項1のマイクロ波周波数変換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーダ受信機に用いるマイクロ波周波数変換器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 パルスレーダの構成を図1に示す。このパルスレーダは、マグネトロン1から発振周波数が例えば9.41GHzのパルス信号（例えばパルス幅1μs、出力10kW）を出力し、サーキュレータ2を介してアンテナ3から空中に放射し、物体にて反射した信号を再びアンテナ3で受け、リミッタ4に導く。リミッタ4を介して周波数変換器5に入力した信号は、局部発振器6の出力（局発信号）、例えば9.47GHzと混合し、例えば60MHzの中間周波数（IF信号）に変換する。IF信号はIF増幅器7にて増幅し、信号処理回路8にてビデオ信号に変換して、レーダ表示装置（PP1）にて画像を表示する。なお、リミッタ4は大きな信号が入力することによって周波数変換器5が破損するの

を防ぐために用いるもので、近年では、マイクロ波集積回路（MIC）を用いて周波数変換器5と一体になっているものが主流となっている。

【0003】 図1に示すようなパルスレーダに用いられるマイクロ波周波数変換器の従来の回路構成を図2に示す。この従来のマイクロ波周波数変換器は、MICリミッタ10の入力端子11に入力したパルス変調したマイクロ波信号（RF信号）をRF増幅器12で増幅し、ダブルバランスミキサ13に入れ、局部発振器14の信号（局発信号）と混合し、2つのIF出力をIF出力合成器15で合成し、IF出力端子16に合成出力を得るものである。

【0004】 なおマイクロ波周波数変換器にはRF増幅器12が無いタイプもある。このタイプのマイクロ波周波数変換器の従来の回路構成を図3に示す。すなわち、MICリミッタ10の入力端子11に入力したパルス変調したマイクロ波信号（RF信号）を直接バランスミキサ17に入れ、局部発振器14の信号（局発信号）と混合し、IF出力端子16にIF出力を得るものである。このタイプは、ミキサにシングルバランスミキサを用い、IF出力合成器15も不要のため、主に低性能、低価格のレジャー用のレーダに使われている。ただし、このタイプの周波数変換器は図2に示した従来のマイクロ波周波数変換器に比べて感度が悪いため、遠くの反射物体は検出できない。図4は従来のマイクロ波周波数変換器の入出力特性を示す。すなわち、上述したRF増幅器付きのマイクロ波周波数変換器は、高感度であるが低入力で飽和し、RF増幅器なしのマイクロ波周波数変換器は、低感度であるが比較的高入力で飽和する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところでアンテナから発射したレーダパルス信号は、反射物体が遠いほど小さな信号となって受信され、反射物体が近いほど大きな信号として受信され、また、反射物体が小さいほど小さな信号として受信され、反射物体が大きいほど大きな信号として受信される。

【0006】 このため、上述したような従来のマイクロ波周波数変換器には、次に示す様な欠点がある。すなわち、RF増幅器付きのものは、遠くまたは小さい反射物体の検出をするのに適しているが、図4（A）に示すように、RF信号が例えば-5dBmの段階で飽和が始まり、近くまたは大きな反射物体の検出はできない。また、RF増幅器なしのタイプのものは、遠くまたは小さい反射物体の検出をするのに不適であり、図4（B）に示すように、RF信号が例えば+3dBmの段階で飽和が始まるので、さらに近くまたはさらに大きな反射物体の検出はできない。

【0007】 ところが近年のレーダでは、船同士または船と固定物との衝突防止が主目的となりつつあり、さらに近くの反射物体の検出が可能な性能が望まれている。

もちろん、従来から持っているレーダの性能として遠くまたは小さい反射物体を検出をする性能も望まれている。すなわち、遠距離から従来よりもさらに近距離まで受信可能なレーダが望まれるようになってきている。

【0008】本発明は上記従来の問題点を解消すべく新たなもので、従来のRF増幅器付きのマイクロ波周波数変換器と同等の性能を保ち、さらにごく近距離まで受信可能なマイクロ波周波数変換器を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のマイクロ波周波数変換器のうち請求項1に係るものは、上記目的を達成するために、信号端子、局発端子、中間周波数端子を有する2つの独立したミキサ回路の各々の局発端子に1つの発振器の出力を分岐して局部発振信号として入力し、また一方の上記ミキサ回路の信号端子にマイクロ波信号を直接入力し、他方の上記ミキサ回路の信号端子にマイクロ波信号の一部を分岐して入力し、上記2つのミキサ回路の各々の中間周波数端子に独立した中間周波信号を出力可能となることを特徴とする。すなわち、2つの独立したミキサ回路の各々の局発端子に、1つの発振器の出力を分岐して局部発振信号として入力し、一方のミキサ回路の信号端子にはマイクロ波信号を直接入力し、他方のミキサ回路の信号端子にはマイクロ波信号の一部を分岐して入力し、各々の中間周波数端子に独立して中間周波信号を出力するようにして、IF増幅器で増幅し、検波しビデオ信号に変換した後に足し合わせることで入力電力の飽和を大幅に改善する。また、従来の信号処理回路の入力段階で2つの信号を足し合わせ、その後の処理は従来通りに行うことを可能とし、使

い方に何らの変更も不要とする。

【0010】同請求項2に係るものは、上記目的を達成するために、上記2つのミキサ回路の一方のミキサ回路がマイクロ波信号をマイクロ波増幅器で増幅した後に入力するダブルバランスミキサで構成したイメージ抑圧ミキサであり、他方のミキサ回路がマイクロ波信号の一部をマイクロ波増幅器の入力端子側から分岐して入力するシングルバランスミキサで構成してなることを特徴とする。

【0011】同請求項3に係るものは、上記目的を達成するために、上記2つのミキサ回路がいずれもシングルバランスミキサで、一方にマイクロ波信号を直接入力し、他方の信号端子にマイクロ波信号の一部を分岐して入力することを特徴とする。

【0012】同請求項4に係るものは、上記2つのミキサ回路の一方のミキサ回路の信号端子をリミッタ回路の出力側に接続し、他方のミキサ回路の信号端子にリミッタ回路の入力側からマイクロ波信号の一部を分岐して入力することを特徴とする。

【0013】同請求項5に係るものは、上記2つのミキ

サ回路の各々の中間周波数端子から独立して出力した中間周波信号を各々ログアンプとするIF増幅器にて増幅し、検波加算回路にて加算してビデオ信号に変換することを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図5は、本発明に係るマイクロ波周波数変換器の回路構成図である。本実施形態のマイクロ波周波数変換器は、2つの独立したミキサ回路24、25を有する。一方はシングルバランスミキサ24で、他方はダブルバランスミキサ25であり、各々信号端子、局発端子、中間周波数端子を有する。

【0015】次に図5に従って本実施形態の動作原理を説明する。本実施形態のマイクロ波周波数変換器は、MICリミッタ20の入力端子21に入力したパルス変調されたマイクロ波信号(RF信号)を、RF増幅器22に印加する前段階で分岐回路23に分岐させる。分岐回路23は、抵抗による分岐、分布結合による分岐、容量結合による分岐によるものが採用可能である。直接のRF信号は、RF増幅器22に印加して従来のマイクロ波周波数変換器と同様に増幅する。また分岐回路23によって分岐したRF信号は、直接のRF信号より10数dBから20数dB減衰した信号であり、シングルバランスミキサ24に印加する。RF増幅器22の出力は、従来と同様にダブルバランスミキサ25の信号端子に印加する。

【0016】各ミキサ24、25の局発端子には、局部発振器26の出力を印加する。ダブルバランスミキサ25のIF出力は、IF出力合成器27で出力合成し、IF出力端子28に出力してIF増幅器29に印加する。一方、シングルバランスミキサ24のIF出力は、そのままIF出力端子30に出力してIF増幅器31に印加する。

【0017】各IF増幅器29、31は、従来同様にログアンプを用いるが、その出力は検波加算回路32によって検波し、加算して出力端子33にビデオ信号として出力し、従来と同様に信号処理回路を経てレーダ表示装置(PPI)に画像を表示させる。

【0018】図6は本実施形態に係るマイクロ波周波数変換器の各IF出力端子の入出力特性を示す。IF出力端子28は、従来のマイクロ波周波数変換器の入出力特性と同一であるが、IF出力端子30では分岐回路23によって分岐させたRF信号が直接のRF信号より10数dBから20数dB減衰した信号であるので、RF入力電力が約+20dBmで飽和が始まっている。

【0019】RF入力電力に対して図6に示した特性の信号を各々IF増幅器(ログアンプ)29、31にて増幅し、検波加算回路32で検波し、加算した出力電圧の関係(入出力特性)を図7に示す。この図7から明らかに、図4に示した従来のマイクロ波周波数変換器

の入出力特性に対して本実施形態では飽和する入力レベルが10数dBから20数dB改善されている。このことは、本実施形態のマイクロ波周波数変換器をレーダに使用すると、従来のマイクロ波周波数変換器を使用したレーダに比べて、近距離から反射してきた大きな信号を飽和することなく受信できるので、遠距離からごく近距離までの目標物体の認識が可能となることを意味する。

【0020】図8に本発明に係るマイクロ波周波数変換器その他の実施形態を示す。本実施形態は、分岐回路23をMICリミッタ20の入力端子21に接続したものであり、その他の構成はその実施形態と同様である。この分岐回路23をMICリミッタ20の入力端子21に接続することによって、MICリミッタ20の飽和特性に影響することなく、さらに大きなRF信号に対して飽和のないマイクロ波周波数変換器を実現することができる。

【0021】なおMICリミッタは2段構成になっているものが多いので、初段目と次段目の間に分岐回路23を接続してもよい。

【0022】また、上記2つのミキサ回路をいずれもシングルバランスミキサとし、一方の入力端子にマイクロ波信号を直接入力し、他方の信号端子にマイクロ波信号の一部を分岐して入力する構成としてもよい。図9に2つのミキサ回路をいずれもシングルバランスミキサで構成した本発明のマイクロ波周波数変換器のさらにその他の実施形態の構成を示す。すなわち、図5に示した実施形態の周波数変換器の構成と比べると、RF増幅器22、IF出力合成器27をなくし、ダブルバランスミキサ25をシングルバランスミキサ24としているだけで動作原理は同様である。

【0023】図10に本発明に係るマイクロ波周波数変換器のまたさらにその他の実施形態を示す。本実施形態は、図8に示した実施形態と同様に、分岐回路23をMICリミッタ20の入力端子21に接続したものであり、その他の構成は図9の実施形態と同様である。この分岐回路23をMICリミッタ20の入力端子21に接続することによって、MICリミッタ20の飽和特性に影響することなく、さらに大きなRF信号に対して飽和のないマイクロ波周波数変換器を実現することができる。

【0024】なお、図9、図10で示した実施形態のマイクロ波周波数変換器は、レジャー用等のポートなどの小型のレーダに用いるのに適する。また、リミッタについては、近年MICリミッタが主流であるためMICリミッタを例として説明したが、従来の導波管リミッタに置き換えても機能、効果に変化がないのは言うまでもない。

【0025】

【発明の効果】本発明は、以上説明してきたようなもの

なので、従来のマイクロ波周波数変換器に比べて近距離から反射してきた信号を飽和することなく受信でき、したがって遠距離から、近年の船舶レーダの主な使用目的である船舶同士または固定物などとの衝突防止に関して非常に重要な機能であるごく近距離までの目標物体の認識が可能となるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】パルスレーダの構成図を示すブロック回路図である。

10 【図2】従来のマイクロ波周波数変換器の回路構成を示すブロック回路図である。

【図3】RF増幅器のない従来のマイクロ波周波数変換器の回路構成を示すブロック回路図である。

【図4】従来のマイクロ波周波数変換器の入出力特性を示すグラフである。

【図5】本発明に係るマイクロ波周波数変換器の一実施形態の回路構成を示すブロック回路図である。

【図6】図5のマイクロ波周波数変換器の各IF出力端子の入出力特性を示すグラフである。

20 【図7】図5のマイクロ波周波数変換器の入出力特性を示すグラフである。

【図8】本発明に係るマイクロ波周波数変換器のその他の実施形態の回路構成を示すブロック回路図である。

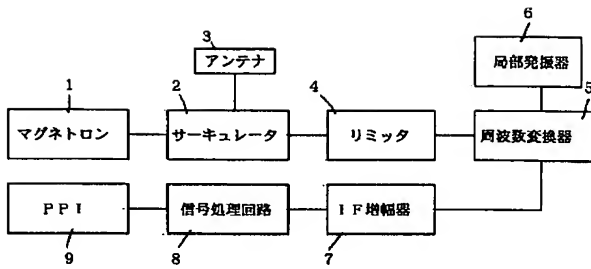
【図9】本発明に係るマイクロ波周波数変換器のさらにその他の実施形態の回路構成を示すブロック回路図である。

【図10】本発明に係るマイクロ波周波数変換器のまたさらにその他の実施形態の回路構成を示すブロック回路図である。

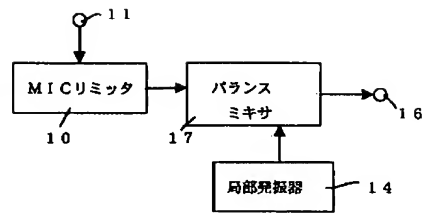
30 【符号の説明】

- 1 マグネトロン
- 2 サークュレータ
- 3 アンテナ
- 4 リミッタ
- 5 周波数変換器
- 6、14、26 局部発振器
- 7、29、31 IF増幅器
- 8 信号処理回路
- 9 レーダ表示装置(PPI)
- 40 10、20 リミッタ
- 11、21 リミッタの入力端子
- 12、22 RF増幅器
- 13、25 ダブルバランスミキサ
- 15、27 IF出力合成器
- 16、28、30 IF出力端子
- 23 分岐回路
- 24 シングルバランスミキサ
- 32 検波加算回路
- 33 出力端子

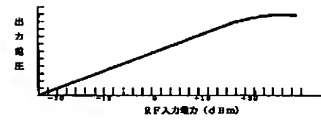
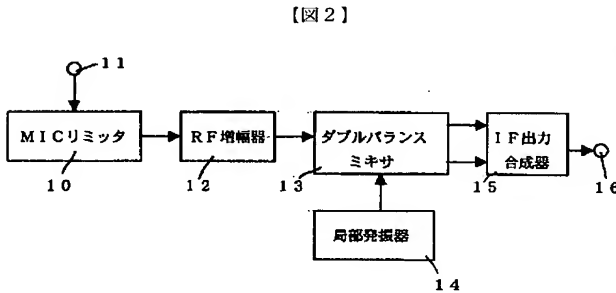
【図1】



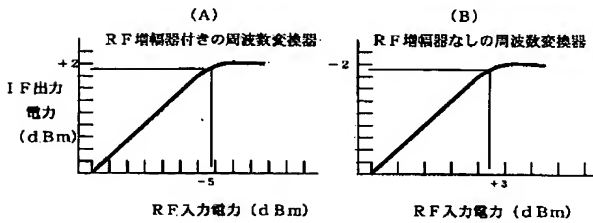
【図3】



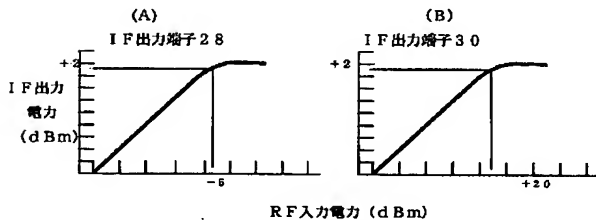
【図7】



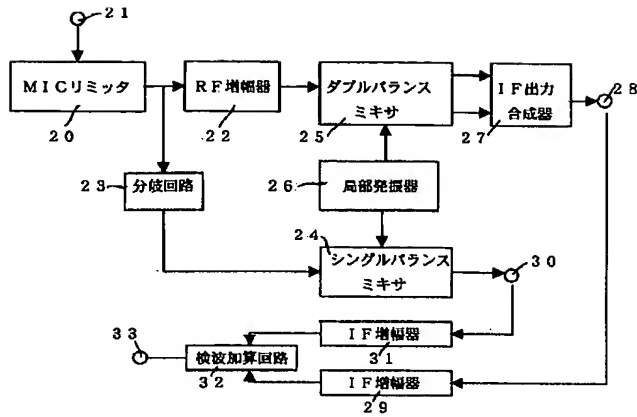
【図4】



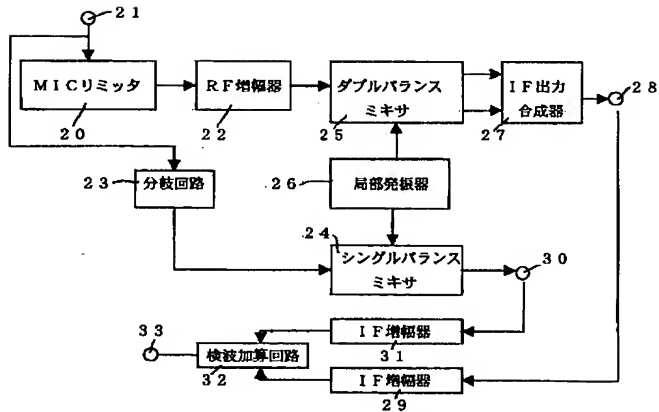
【図6】



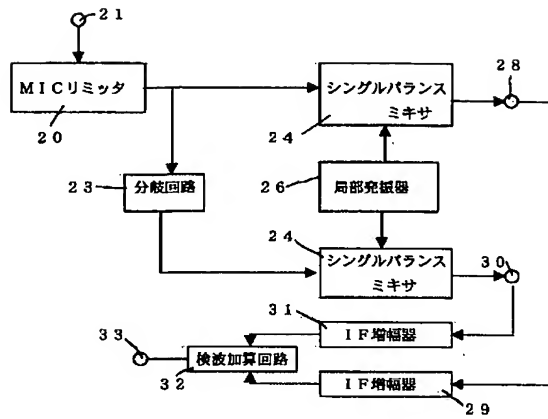
【図5】



【図8】



【図9】



【図10】

